

Express Mail Label No. EV 191672655 US
Date of Deposit June 24, 2003

Bayer 10,254-WCG
Le A 36 156

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicants : Heinz-Günther WEIßENBERG, et al
Serial No. : TBA
Filed : Herewith
For : PRESSURE SATURATION AND PRESSURE
RELEASE OF LIQUIDS FOR INTRODUCTION
INTO A FLOTATION CELL
Art Unit : TBA
Examiner : TBA

June 24, 2003

MAIL STOP PATENT APPLICATION
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

TRANSMITTAL OF PRIORITY DOCUMENT

SIR:

Transmitted herewith is a certified copy of the following application, the
foreign priority of which has been claimed under 35 USC 119:

<u>Country</u>	<u>Serial Number</u>	<u>Filing Date</u>
Germany	DE 102 28 261.7	June 25, 2002

It is submitted that this certified copy satisfies all of the requirements of 35 USC 119, and the right of foreign priority should therefore be accorded to the present application.

CONDITIONAL PETITION FOR EXTENSION OF TIME

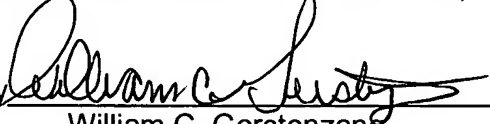
If any extension of time for this response is required, Applicant requests that this be considered a petition therefor. Please charge the required petition fee to Deposit Account No. 14-1263.

ADDITIONAL FEE

Please charge any insufficiency of fees, or credit any excess, to Deposit Account No. 14-1263.

Respectfully submitted,

NORRIS McLAUGHLIN & MARCUS, P.A.


By 
William C. Gerstenzang
Reg. No. 27,552

WCG:jh
Enclosure: DE 102 28 261.7

220 East 42nd Street
30th Floor
New York, New York 10017
(212) 808-0700

I hereby certify that this correspondence is being deposited with sufficient postage with the United States Postal Services as Express Mail, Label No. EV 191672655 US in an envelope addressed to: Mail Stop Patent Application, Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450 on June 24, 2003.

NORRIS, McLAUGHLIN & MARCUS, P.A.

By 
Julie Harting
Date June 24, 2003



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 102 28 261.7

Anmeldetag: 25. Juni 2002

Anmelder/Inhaber: BAYER AKTIENGESELLSCHAFT, Leverkusen/DE

Bezeichnung: Druckaufsättigung und Druckentspannung von Flüssigkeiten zum Einbringen in eine Flotationszelle

IPC: B 03 D 1/20

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 28. März 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident

Im Auftrag



Faust

Druckaufsättigung und Druckentspannung von Flüssigkeiten zum Einbringen in eine Flotationszelle

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Druckaufsättigung einer Flüssigkeit mit einem Gas sowie eine solche Vorrichtung in Kombination mit einer Vorrichtung zur Druckentspannung zum Einbringen der entspannten Flüssigkeit in eine Flotationszelle.

Flotationsanlagen dienen zur Entfernung von Feststoffen aus wässrigen Suspensionen. Dazu werden in die Suspension Gasblasen eingebracht, welche sich an die Feststoffe anhaften, so dass diese an die Flüssigkeitsoberfläche aufschwimmen. Die Partikeln lassen sich anschließend durch Räumvorrichtungen von der Oberfläche entfernen. Eine bekannte Methode zur Erzeugung feiner Gasblasen ist die Aufsättigung eines Wasserstromes unter Drücken von 3 – 10 bar mit Luft. Anschließend wird dieses druckaufgesättigte Wasser über Ventile dem zu reinigenden Wasser zugesetzt. Dabei erfolgt über das Ventil ein spontaner Druckabfall vom Sättigungsdruck zum Umgebungsdruck zuzüglich dem aufliegenden hydrostatischen Druck im Flotationsapparat, wodurch die Gaslöslichkeit sprunghaft gesenkt wird. In Folge wird das überschüssige Gas durch die Bildung von feinen Gasblasen ausgeschieden.

Die derzeit verfügbaren Systeme zur Druckaufsättigung und Druckentspannung zeigen folgende Nachteile

- Anfälligkeit zur Schaumbildung
- geringe Raum-Zeit-Ausbeute der Aufsättigung
- hoher technischer Aufwand und damit hohe Fertigungskosten.

Aufgabe der Erfindung ist es eine Vorrichtung zur Druckaufsättigung und Druckentspannung bereitzustellen, die die Nachteile der Systeme des Standes der Technik nicht aufweist.

Die Lösung der erfindungsgemäßen Aufgabe besteht in einer Vorrichtung zur Druckaufsättigung enthaltend

- einen Druckaufsättigungsbehälter
- 5 - eine oder mehrere Düsen zur Eindüsung von Flüssigkeit in den Druckaufsättigungsbehälter am Kopf des Druckaufsättigungsbehälters
- oben offene und unten verschlossene Rohre (Dissolverrohre), die unterhalb des oder der Düsen im Druckaufsättigungsbehälter angeordnet sind, wobei jedem Dissolverrohr ein oder mehrere Düsen zugeordnet sind
- 10 - Flüssigkeitsaustritt unterhalb der Dissolverrohre am Boden des Druckaufsättigungsbehälters.

Die Einleitung der Flüssigkeit, die mit Gas, bevorzugt Luft, aufgesättigt werden soll, erfolgt am Kopf des Druckaufsättigungsbehälters über eine oder mehrere Düsen, bevorzugt konventionelle Glatstrahldüsen. Diese können in den Deckel des Druckaufsättigungsbehälters eingeschraubt sein. Der Druckverlust an den Düsen sollte unter Betriebsbedingungen kleiner als 1 bar, bevorzugt kleiner als 0,5 bar sein.

Die Düsendurchmesser haben bevorzugt an ihren engsten Strömungsquerschnitten Spaltweiten größer als 4 mm, wodurch eine Verstopfung durch feine Partikel ausgeschlossen werden kann. Zusätzlich können die Düsen durch vorgeschaltete, rückspülbare Siebfilter geschützt werden.

Der Strom der zugeführten Flüssigkeit, bevorzugt Wasser, kann zuvor auf einzelne Zulaufrohre aufgeteilt werden. Der Flüssigkeits-Durchfluss durch die einzelnen Düsen kann jeweils separat für jede Düse durch vor oder nachgeschaltete Absperrorgane geregelt werden z.B. durch eine Batterie von Absperrhähnen. Dadurch kann die dem Druckaufsättigungsbehälter zugeführte Flüssigkeitsmenge entsprechend dem Bedarf eingestellt werden.

Die Eindüsung der Flüssigkeit erfolgt mit einer Geschwindigkeit von mehr als 3 m/sec, bevorzugt mehr als 6 m/sec. Die Wahl der Geschwindigkeit der Eindüsung hängt vom Grad der Druckaufsättigung ab, der für die aufzusättigende Flüssigkeit erzielt werden soll. Um mit Wasser eine Aufsättigung von mehr als 90 % zu erreichen,
5 sollte die Geschwindigkeit der Eindüsung mehr als 8 m/sec betragen, für eine Aufsättigung von mehr als 95 % mehr als 10 m/sec.

Im Druckaufsättigungsbehälter durchsetzt die Flüssigkeit jeder Düse zunächst das Gaspolster im Zwischenraum zwischen den Düsen und den Dissolverrohren in Form
10 eines Freistrahles und tritt dann in eines der Dissolverrohre ein. Der Abstand zwischen jedem der Dissolverrohre und der zugeordneten Düse liegt im Bereich von 100-400 mm, bevorzugt im Bereich von 150-250 mm. In den Dissolverrohren wird die Flüssigkeit verwirbelt und tritt kurze Zeit später oben aus dem Dissolverrohr wieder aus. Durch die aus jeder Düse kontinuierlich zuströmende Flüssigkeit ist das
15 jeweils zugeordnete Dissolverrohr stets mit Flüssigkeit gefüllt. Durch den Freistrahle der Flüssigkeit durch das Gaspolster werden Gasmoleküle mitgerissen und in Form von Gasblasen in das Innere des Dissolverrohres eingetragen. Durch die hohen Scherkräfte und Turbulenzen im Dissolverrohr kommt es zu einem intensiven Kontakt von Gas und Flüssigkeit infolge dessen sich die Flüssigkeit mit dem Gas auf-
20 sättigt. Aufsteigende Gasblasen werden durch die von oben in das Dissolverrohr nachströmende Flüssigkeit immer wieder zerteilt und in die unteren Regionen des Dissolverrohres befördert.

Jedem Dissolverrohr ist bevorzugt eine Düse zugeordnet, es können aber auch meh-
25 rere z.B. vier Düsen einem Dissolverrohr zugeordnet sein.

Die Verweilzeit der Flüssigkeit in den Dissolverrohren ist einerseits abhängig von der Geschwindigkeit der Eindüsung und andererseits vom Verhältnis des Durchmessers der Dissolverrohre zum Durchmesser der zugeordneten Düsen am Flüssigkeits-
30 austritt der Düsen.

Dabei gilt, je größer das Verhältnis des Durchmessers der Dissolverrohre zum Durchmesser der zugeordneten Düsen, desto größer ist die Verweilzeit. Mit zunehmender Geschwindigkeit der Eindüsung sinkt die Verweilzeit bei gleichbleibendem Verhältnis des Durchmessers der Dissolverrohre zum Durchmesser der zugeordneten Düsen.

5 Bevorzugt liegt das Verhältnis des Durchmessers des Dissolverrohres zum Durchmesser der zugeordneten Düse bei einer zugeordneten Düse im Bereich von 3 bis 8, bevorzugt 3 bis 5, besonders bevorzugt beträgt es 4. Bei Verwendung einer Düse von 10 mm Durchmesser am Flüssigkeitsaustritt wird also vorteilhaft ein Dissolverrohr mit 40 mm Durchmesser eingesetzt.

10 Für den Fall, dass einem Dissolverrohr vier Düsen zugeordnet sind, liegt das Verhältnis des Durchmessers des Dissolverrohres zum Durchmesser einer der zugeordneten Düsen im Bereich von 6 bis 16, bevorzugt 3 bis 10 liegt, besonders bevorzugt beträgt es 8, denn ein doppelter Durchmesser des Dissolverrohres wird einem
15 4-fachen Durchsatz durch die Düsen zugeordnet. Bei anderen zugeordneten Düsenzahlen zu einem Dissolverrohr ist das Verhältnis dann entsprechend anzupassen.

Mit diesen Vorgaben ist die Verweilzeit der Flüssigkeit in den Dissolverrohren kleiner 10 sec, bevorzugt kleiner 5 Sekunden, besonders bevorzugt kleiner 2,5 sec.

20 Die Flüssigkeit fließt aus den Dissolverrohren über und sammelt bzw. staut sich im unteren Bereich des Behälters, wo es durch den Flüssigkeitsaustritt unterhalb der Dissolverrohre am Behälterboden austreten kann. Der Flüssigkeitsaustritt am Boden des Gasauftsättigungsbehälters ist so dimensioniert, dass die Abströmgeschwindigkeit
25 der Flüssigkeit aus dem Gasauftsättigungsbehälter im Bereich zwischen 50 und 150 m/h, bevorzugt im Bereich von 70 und 90 m/h liegt.

Die im Behälter angestaute Flüssigkeit hat die Funktion eines Blasenfilters. Größere Blasen ($d > 100 \mu\text{m}$) können nicht mit in den Flüssigkeitsaustritt gelangen, da sie
30 schneller aufsteigen als die Flüssigkeit sich nach unten bewegt. Der Füllstand der Flüssigkeit im Gasauftsättigungsbehälter erfolgt durch die Regelung der Gaszufuhr.

Der Füllstand der Flüssigkeit im Behälter kann über eine Füllstandsmesser geregelt werden. Vorzugsweise wird hierzu eine senkrechte Rohrleitung außerhalb des Gas-
aufsättigungsbehälters kommunizierend mit dem Behälterinneren angeschlossen. Ein
5 Schwimmer in der Rohrleitung kennzeichnet den Füllstand. Bevorzugt ist der
Schwimmer magnetisch detektierbar und aktiviert eine Min- und Max- Schaltung. Im
Min-Fall wird die Zufuhr von Gas automatisch gestoppt. Im Max-Fall wird die Zu-
fuhr von Gas geöffnet. Der maximale Druck im Behälter lässt sich durch ein Druck-
minderventil in der Gaszuleitung einstellen.

10

Durch den Füllstandsmesser in Kombination mit der Min- und Max- Schaltung wird
nicht nur der Füllstand des Druckaufsättigungsbehälters mit der Flüssigkeit geregelt,
sondern auch die ausreichende Versorgung des Druckaufsättigungsbehälters mit Gas
sichergestellt. Der Flüssigkeit wird auf diese Weise automatisch so viel Gas zuge-
15 führt wie durch den Lösevorgang verbraucht wird.

Die Lösung der erfindungsgemäßen Aufgabe umfasst weiterhin eine Vorrichtung zur
Druckaufsättigung und Druckentspannung von Flüssigkeit zum Einbringen in eine
Flotationszelle enthaltend

20

- eine Flotationszelle,
- einen Druckaufsättigungsbehälter, dessen Flüssigkeitszufuhr über Flüssig-
keitsleitungen mit dem Flüssigkeitsablauf der Flotationszelle verbunden ist,
- ein oder mehrere Druckentspannungsventile, die in den Flüssigkeitsleitungen
25 zwischen dem Flüssigkeitsaustritt des Druckaufsättigungsbehälters und der
Flüssigkeitszuleitung zur Flotationszelle angeordnet sind.

Die an sich bekannte Flotationszelle umfasst eine Prallplatte, einen Innentopf und
eine Vorrichtung zur kreisenden saugenden Räumung auf dem äußeren Teil der Flüs-
30 sigkeitsoberfläche. Der Flotatmengenabzug in der Flotationszelle erfolgt durch die

Regelung von Flüssigkeitszufluss (z.B. Schmutzwasser-Zufluss) und Abfluss der gereinigten Flüssigkeit (z.B. Reinwasserabfluss).

5 Bei dem Druckaufsättigungsbehälter kann es sich um eine der oben beschriebenen erfindungsgemäßen Vorrichtungen zur Druckaufsättigung handeln.

Die Flüssigkeitsmenge aus jedem Druckentspannungsventil kann durch ein vor- oder nachgeschaltetes Absperrorgan z.B. einen Kugelhahn geregelt werden. Dadurch kann die Flotationszelle mit unterschiedlichen Begasungsraten betrieben werden.

10

Zwischen dem Flüssigkeitsaustritt des Druckaufsättigungsbehälters und den Druckentspannungsventilen kann ein zentrales Absperrventil angeordnet sein.

15

Die Druckentspannungsventile können aus Lochplatten bestehen, in welche eine oder mehrere Düsen eingeschraubt sind. Die Lochplatten werden ähnlich wie Lochscheiben in Flansche eingepasst. Die in den Druckentspannungsventilen eingesetzten Düsen können das Strömungsprofil einer einfachen handelsüblichen Lavalldüse aufweisen.

20

Alternativ können die Druckentspannungsventile aus Platten bestehen, in welche Loch- oder Schlitzdüsen mit entsprechenden Strömungsprofilen eingefräst sind.

25

Die Düsendurchmesser in den Druckentspannungsventilen haben bevorzugt an ihren engsten Strömungsquerschnitten Spaltweiten größer als 4 mm, wodurch eine Verstopfung durch feine Partikel ausgeschlossen werden kann. Zusätzlich können die Düsen durch vorgeschaltete rückspülbare Siebfilter geschützt werden.

30

Zwischen den Druckentspannungsventilen und der Zuleitung zur Flotationszelle befindet sich bevorzugt eine Flüssigkeitsleitungsstück in der die druckentspannte Flüssigkeit eine Wegstrecke im Bereich von 10 bis 100 cm, bevorzugt 10 bis 30 cm zurücklegt, bevor sie dem Zulauf der Flotationszelle zugemischt wird. Dies ist vorteil-

haft für eine vollständige Austreibung des überschüssigen Gases aus der Flüssigkeit sowie zur Erzielung eines feinblasigen Blasenspektrums mit Blasendurchmessern zwischen 30 und 70 μm .

5 Vorteilhaft an der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Druckaufsättigung ist, dass eine Schaumbildung weitestgehend verhindert wird. Aufschwimmende Schaumblasen werden durch die den Gasraum durchschneidenden Flüssigkeitsstrahlen aus den Düsen zerschlagen.

10 Die Aufsättigung erfolgt in der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Druckaufsättigung mit besonders hoher Raum-Zeit-Ausbeute, weil mit kurzen Verweilzeiten in den Dissolverrohren (kleiner 10 Sekunden) eine über 90 %-ige Druckaufsättigung erreicht werden kann.

15 Die erfindungsgemäßen Vorrichtungen zur Druckaufsättigung und Druckentspannung sind aus sehr einfachen Bauteilen aufgebaut und können damit äußerst kostengünstig gefertigt werden.

20 Vorteilhaft an den erfindungsmäßen Vorrichtungen zur Druckaufsättigung und Druckentspannung ist auch, dass durch die Zu- und Abschaltung einzelner Düsen-elemente, der Flüssigkeitsdurchsatz und damit der Gaseintrag flexibel geregelt werden kann.

Figuren und Beispiele

Die Figuren zeigen

- | | |
|--------|--|
| Fig. 1 | Aufbau eines kombinierten Druckaufsättigungs-Druckentspannungssystems mit Flotationszelle |
| Fig. 2 | <p>a) Druckentspannungsventil aus Lochplatte mit konventionellen Düsen</p> <p>b) Druckentspannungsventil mit in Lochplatte eingefrästen Strömungsprofilen und mit aufgesetzten konventionellen Düsen</p> |
| Fig. 3 | Vorrichtung zur Druckaufsättigung |
| Fig. 4 | Glattstrahldüse |
| Fig. 5 | Entspannungsdüse für Druckentspannungsventil |
| Fig. 6 | Sättigungsgrad in Abhängigkeit von der Austrittsgeschwindigkeit für Düsen in einem Druckaufsättigungsbehälter mit unterschiedlicher Austrittsöffnung. |

Fig. 1 zeigt den Aufbau eines kombinierten Druckaufsättigungs-Druckentspannungssystems mit der Flotationszelle 10. Zur Aufsättigung wird klares Wasser aus dem Ablauf 11 der Flotationszelle 10 in den Druckaufsättigungsbehälter 1 geleitet. Dabei erfolgt die Einleitung durchfluss geregelt am Kopf des Druckaufsättigungsbehälters 1 über eine oder mehrere konventionelle Glatstrahldüsen 8, welche in den Behälterdeckel 2 eingeschraubt sind. Der Strom des zugeführten Wassers wird zuvor auf einzelne Zulaufrohre 12 aufgeteilt, welche individuell durch eine Batterie von Absperrhähnen 13 zu- und abschaltbar sind.

Im Druckaufsättigungsbehälter 1 durchsetzt die Flüssigkeit zunächst das Gaspolster 3 in Form eines Freistrahles 14 und tritt dann in ein Dissolverrohr 4 ein, wird dort verwirbelt und tritt kurze Zeit später oben wieder aus. Das Wasser fließt aus den Dissolverrohren 4 über und sammelt bzw. staut sich im unteren Bereich 5 des Behälters 1. Die Flüssigkeit tritt durch den Flüssigkeitsaustritt 16 am Boden des Behälters 1 aus.

Die Flüssigkeit tritt durch den Flüssigkeitsaustritt 16 am Boden des Behälters 1 aus.

Der Füllstand 17 des Wassers im Behälter 1 wird über eine Füllstandsmessung geregelt. Vorzugsweise wird hierzu eine senkrechte Rohrleitung 6 außerhalb des Behälters 1 kommunizierend mit dem Behälterinneren angeschlossen. Ein magnetisch detektierbarer Schwimmer 18 im Rohr kennzeichnet die Position des Füllstandes 17 und aktiviert eine Min- und Max- Schaltung 19, die mit einem, Gasdurchlassventil 20 verbunden ist. Im Min-Fall wird die Zufuhr von Gas automatisch gestoppt. Im Max-Fall wird die Zufuhr von Gas geöffnet. Der maximale Druck im Behälter lässt sich durch ein Druckminderventil 21 in der Gaszuleitung einstellen.

Das Wasser strömt nach dem Druckbehälter 1 über ein zentrales Absperrventil 22 über eine oder mehrere Druckentspannungsventile 7, über anschließende Flüssigkeitsleitungsstücke 29 in die Zuleitung 23 der Flotationszelle 10. Einzelne Druckentspannungsventile 7 können durch die nachgeschalteten Kugelhähne 24 zu oder abgeschaltet werden.

Fig. 2a zeigt ein Druckentspannungsventil 200 bestehend aus einer Platte 210, in welche Loch- oder Schlitzdüsen 220 mit entsprechenden Strömungsprofilen eingefräst sind. Die Lochplatte 210 ist ähnlich wie eine Lochscheibe in den Flansch 230 eingepasst.

Fig. 2b zeigt ein Druckentspannungsventil 240 bestehend aus einer Lochplatte 250, in welche eine oder mehrere konventionelle Düsen 260 eingeschraubt sind.

Beispiel 1

In einem Versuch wurde als Druckaufsättiger 30 ein aus transparentem Kunststoff gefertigter Behälter 31 entsprechend der **Fig. 3** verwendet. Es handelte sich um einen 1000 mm langen, senkrecht stehenden, 190 mm innen durchmessenden Rohrreaktor. Im Reaktor wurde konzentrisch ein an vier Stahlstangen befestigtes, 500 mm langes, unten abgeschlossenes Dissolverrohr 32 eingehängt, wobei der Abstand zwischen der Oberkante des Dissolverrohres und dem Deckel des Druckaufsättigers 150 mm be-

trug. Die Distanz von 150 mm musste nun die in den Behälter 31 eintretende Flüssigkeit als Freistrahlf zurücklegen, bis sie in das Innere des Dissolverrohres 32 traf. Dabei wurde der Freistrahlf über eine Glatstrahldüse 33 mit dem in Fig. 4 dargestellten Profil erzeugt. Der Strömungsquerschnitt am Austritt der Düse 33 war kreisförmig und 8 mm im Durchmesser. Der Füllstand 34 im Behälter 31 wurde auf 150 mm unterhalb der Oberkante des Dissolverrohres 32 geregelt.

Am Kopf des Druckaufsättigers 30 war eine Druckluftzuführung angeschlossen, wobei der Druck aus der Standleitung mittels eines herkömmlichen Druckminderventils auf 3 bar abgesenkt wurde. Daneben war zwischen Druckminderventil und Reaktor noch ein Magnetventil geschaltet, welches bei Erreichen des Max-Füllstandes öffnete und bei Min-Füllstand schloss. Der Druck im Behälter lag dadurch nahezu konstant bei 3 bar.

Das Wasser strömte aus dem Behälter 31 über die in Fig. 5 gezeigte Entspannungsdüse 50 in einen Entgasungsbehälter. Der Fluss des dem Entgasungsbehälter entströmenden Gases konnte über eine Gasuhr bestimmt werden.

Die Entspannungsdüse 50 hatte an der engsten Stelle einen kreisförmigen Strömungsquerschnitt von 4,7 mm Durchmesser. An der weitesten Stelle betrug der Durchmesser 28 mm.

Die Versuchsanordnung wurde mit einem Flüssigkeitsdurchsatz von 1,5 m³/h betrieben. Der dabei erzielte Aufsättigungsgrad des Wassers lag bei 95 %. Der Druckabfall über die Glatstrahldüse lag bei 0,4 bis 0,5 bar.

Dabei wurde ausgeschlossen, dass es sich bei dem in den Entspannungsbehälter eingetragenen Gas um Gasblasen handelt, welche ohne sich in der Flüssigkeit gelöst zu haben über die Entspannungsdüse 50 durchschlagen.

Durch das transparente Außenrohr des Behälters 31 war eindeutig zu erkennen, dass die nach unten abströmende Flüssigkeit im Behälter im unteren Bereich klar und damit blasenfrei war. Damit konnte es sich bei dem in den Entspannungsbehälter einge-
tragenen Gas nur um Gas handeln, welches zuvor ausschließlich in gelöster Form
5 vorlag und dann durch Entspannung wieder freigesetzt worden ist.

Für die Berechnung der Aufsättigung wurde die für die gegebene Temperatur und den gegebenen Druck im thermodynamischen Gleichgewicht maximal erreichbare Löslichkeit von Luft in Wasser zu Grunde gelegt. Die Aufsättigung ist in Prozent die
10 im Versuch erreichte Löslichkeit.

Dabei ist zu beachten, dass das in den Aufsättiger eintretende Wasser zuvor unter Atmosphärendruck mit Luft gesättigt vorlag.

15 Beispiel 2

Der Versuch wurde ähnlich wie in Beispiel 1 durchgeführt, nur dass nicht in einen geschlossenen Entgasungsbehälter, sondern in eine ca. 1 m³ Flüssigkeit fassende, runde, transparente Flotationszelle 10 eingeleitet wurde. Dabei wurde das über die
20 Entspannungsdüse 7 entspannte Wasser ähnlich wie in Fig. 1 gezeigt über ein waagerechtes Flüssigkeitsleitungsstück 29 in das senkrecht stehende Zulaufrohr 23 zugegeben.

Zur Bewertung des erzielten Blasenspektrums wurde die räumliche Ausbildung des
25 sich in der Flotationszelle 10 unter der Flüssigkeitsoberfläche ausbildenden Blasen-
teppichs, der Weißegrad des Teppichs, sowie die Turbulenz an der Oberfläche, bedingt durch das schnelle Aufsteigen größerer Blasen herangezogen.

Dabei entsprach das Erscheinungsbild unter den oben genannten Versuchsbeding-
30 gen in allen Punkten den Kriterien, welche erfahrungsgemäß für ein gutes Flota-

tionsergebnis erforderlich sind. Das typisch ausgeprägte Blasenbild ließ auf eine Blasengrößenverteilung von 30 bis 80 μm Durchmesser schließen.

5 Es war bemerkenswert, dass zur Erzielung eines guten Blasenspektrums ein vorteilhafter Abstand von 200 mm zwischen dem abschließenden Ende der Entspannungsdüse 7 und der Mitte des Zulaufrohres 23 existieren musste.

Beispiel 3

10 Es wurde mit einem ähnlichen Aufbau wie in Beispiel 1 gearbeitet, nur dass im Druckaufsättiger Düsen mit unterschiedlichen Austrittsöffnungen und unterschiedliche Zulaufmengen eingestellt wurden.

15 Dadurch ergaben sich unterschiedliche Austrittsgeschwindigkeiten des Freistrahls am Düsenkopf. Es konnte gezeigt werden (Fig. 6), dass die Austrittsgeschwindigkeit am Düsenkopf den im Reaktor erzielten Sättigungsgrad beeinflusst.

20 Die Austrittsgeschwindigkeit wurde im Bereich von 6 bis 11 m pro Sekunde variiert. Der erzielte Sättigungsgrad wurde dabei von 0,8 bis auf 0,95 gesteigert (Fig. 6). Der Sättigungsgrad wurde wie in Beispiel 1 beschrieben, durch den beim Entgasen gemessenen Gasstrom bestimmt.

Beispiel 4

25 Ein Versuch entsprechend Beispiel 3 wurde wiederholt, wobei dem für den Versuch eingesetzten Betriebswasser 100 ppm Äthanol zugesetzt worden ist, was die Koaleszenz der Luftblasen in Wasser unterdrückt. Die dadurch entstehenden sehr feinen Luftblasen haben insgesamt eine größere Oberfläche als unter Koaleszenzbedingungen.

30

Es wurde festgestellt, dass bei Strömungsgeschwindigkeiten am Düsenkopf von 9 bis 10 m/s eine Aufsättigung von 0,97 bis 0,98 erzielt wird.

Beispiel 5

5

Ähnlich wie in Beispiel 4 wurde dem für den Versuch eingesetzten Betriebswasser 100 ppm Mersolat als Schäumer zugegeben. Die Ausbildung einer Schaumschicht im Gasaufsättigungsbehälter wurde weitestgehend unterdrückt. Dem Fachmann ist bekannt, dass Druckaufsättiger, welche nach dem Injektor-Prinzip arbeiten, unter diesen Bedingungen überschäumen.

10

Beispiel 6

Ähnlich wie in Beispiel 2 wurden Entspannungsversuche in einer durchsichtige Flotationszelle 10 durchgeführt, wobei die Rohrlänge des Flüssigkeitsleitungsstücks 29 zwischen Entspannungsventil 7 und dem Zulaufrohr der Flotationszelle 23 variiert wurde. Ein optimales Blasenbild ergab sich dabei erst bei einem Abstand von 200 mm zwischen Ausgang des Entspannungsventils 7 und der Mitte des Zulaufrohrs 23.

15

20

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Druckaufsättigung einer Flüssigkeit mit einem Gas enthaltend
5
- einen mit Gas gefüllten Druckaufsättigungsbehälter (1),
- eine oder mehrere Düsen (8) zur Eindüsung von Flüssigkeit in den Druckaufsättigungsbehälter (1) am Kopf des Druckaufsättigungsbehälters (1)
10
- oben offene und unten verschlossene Rohre (Dissolverrohre) (4), die unterhalb des oder der Düsen (8) im Druckaufsättigungsbehälter (1) angeordnet sind, wobei jedem Dissolverrohr (4) eine oder mehrere Düsen (8) zugeordnet sind,
- Flüssigkeitsaustritt (16) unterhalb der Dissolverrohre (4) am Boden des Druckaufsättigungsbehälters (1).
15
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Flüssigkeit Wasser ist.
- 20 3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Gas Luft ist.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Düsen (8) Glattstrahldüsen sind.
- 25 5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Druckverlust an den Düsen (8) unter Betriebsbedingungen kleiner als 1 bar, bevorzugt kleiner als 0,5 bar ist.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Düsen (8) in den Deckel (2) des Druckaufsättigungsbehälters (1) eingeschraubt sind.
- 5 7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Düsen (8) an ihrem engsten Strömungsquerschnitt Spaltweiten größer als 4 mm haben.
- 10 8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Flüssigkeits-Durchfluss durch die einzelnen Düsen (8) jeweils separat durch vor oder nachgeschaltete Absperrorgane (13) geregelt werden kann.
- 15 9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Eindüsung der Flüssigkeit mit einer Geschwindigkeit von mehr als 3 m/sec, bevorzugt mehr als 6 m/sec erfolgt.
- 20 10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Eindüsung von Wasser mit einer Geschwindigkeit von mehr als 8 m/sec, bevorzugt mehr als 10 m/sec erfolgt und damit eine Aufsättigung des Wassers von mehr als 90 %, bevorzugt mehr als 95 % erzielt wird.
11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass jedem der Dissolverrohre (4) eine Düse (8) zugeordnet ist.
- 25 12. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass das Verhältnis des Durchmessers des Dissolverrohres (4) zum Durchmesser der zugeordneten Düse (8) im Bereich von 3 bis 8, bevorzugt 3 bis 5 liegt, besonders bevorzugt 4 beträgt.
- 30 13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass jedem der Dissolverrohre (4) vier Düsen (8) zugeordnet sind.

- 5 14. Vorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass das Verhältnis des Durchmessers des Dissolverrohres (4) zum Durchmesser einer zugeordneten Düse (8) bei vier zugeordneten Düsen (8) im Bereich von 6 bis 16, bevorzugt 3 bis 10 liegt, besonders bevorzugt 8 beträgt.
- 10 15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass der Abstand zwischen jedem der Dissolverrohre (4) und der zugeordneten Düse (8) im Bereich von 100-400 mm, bevorzugt im Bereich von 150-250 mm liegt.
- 15 16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Verweilzeit der Flüssigkeit in den Dissolverrohren (4) kleiner 10 sec, bevorzugt kleiner 5 Sekunden, besonders bevorzugt kleiner 2,5 sec beträgt.
- 20 17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass der Flüssigkeitsaustritt (16) am Boden des Gasauftsättigungsbehälters (1) so dimensioniert ist, dass die Abströmgeschwindigkeit der Flüssigkeit aus dem Gasauftsättigungsbehälter (1) im Bereich zwischen 50 und 150 m/h, bevorzugt im Bereich von 70 und 90 m/h liegt.
- 25 18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass der Füllstand (17) der Flüssigkeit im Gasauftsättigungsbehälter (1) durch die Regelung der Gaszufuhr durch ein Ventil (25) erfolgt.
- 30 19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung weiterhin einen Füllstandsmesser aufweist.
20. Vorrichtung nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass der Füllstandsmesser eine senkrechte Rohrleitung (6) ist, die außerhalb des Gasauftsättigungsbehälters (1) liegt.

sättigungsbehälters (1) kommunizierend mit dem Behälterinneren angeschlossen ist und in der sich ein Schwimmer (18) befindet.

- 5 21. Vorrichtung nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, dass der Schwimmer (18) magnetisch detektierbar ist
- 10 22. Vorrichtung nach Anspruch 20 oder 21, dadurch gekennzeichnet, dass der Schwimmer (18) eine Min- Max- Schaltung (19) aktiviert, die die Zufuhr von Gas in den Druckaufsättigungsbehälter (1) regelt.
23. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 22, dadurch gekennzeichnet, dass der maximale Druck von Gas im Behälter (1) durch ein Druckminder-ventil (21) in der Gaszuleitung (20) einstellbar ist.
- 15 24. Vorrichtung zur Druckaufsättigung und Druckentspannung von Flüssigkeit zum Einbringen in eine Flotationszelle enthaltend
- eine Flotationszelle (10),
 - einen Druckaufsättigungsbehälter (1), dessen Flüssigkeitszufuhr über Flüssigkeitsleitungen (15, 23) mit dem Flüssigkeitsablauf (16) der Flotationszelle (10) verbunden ist,
 - ein oder mehrere Druckentspannungsventile (7), die in den Flüssigkeitsleitungen (23) zwischen dem Flüssigkeitsaustritt (16) des Druckaufsättigungsbehälters (1) und der Flüssigkeitszuleitung (23) zur Flotationszelle (10) angeordnet sind.
- 20
- 25 25. Vorrichtung nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, dass der Druckaufsättigungsbehälter (1) ein Druckaufsättigungsbehälter nach einem der Ansprüche 1 bis 20 ist.
- 30

26. Vorrichtung nach Anspruch 24 oder 25, dadurch gekennzeichnet, dass sich ein zentrales Absperrorgan (22) in der Flüssigkeitsleitung (15) zwischen dem Flüssigkeitsaustritt (16) des Druckaufsättigungsbehälters (1) und dem Druckentspannungsventil (7) befindet.
- 5
27. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 24 bis 26, dadurch gekennzeichnet, dass die Flüssigkeitsmenge aus jedem Druckentspannungsventil (7) durch ein vor- oder nachgeschaltetes Absperrorgan (24) geregelt werden kann.
- 10
28. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 24 bis 27, dadurch gekennzeichnet, dass die Druckentspannungsventile (7, 240) aus Lochplatten (250) bestehen, in welche eine oder mehrere Düsen (260) eingeschraubt sind.
- 15
29. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 24 bis 27, dadurch gekennzeichnet, dass die Druckentspannungsventile (7, 200) aus Platten (210) bestehen, in welche Loch- oder Schlitzdüsen (220) eingefräst sind.
- 20
30. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 24 bis 29, dadurch gekennzeichnet, dass sich zwischen den Druckentspannungsventilen (7) und der Mitte des Zulaufrohres (23) zur Flotationszelle ein Flüssigkeitsleitungsstück (29) einer Länge im Bereich von 10 bis 100 cm, bevorzugt 10 bis 30 cm befindet.
- 25
31. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 24 bis 30, dadurch gekennzeichnet, dass die Druckentspannungsventile (7) an ihrem engsten Strömungsquerschnitt Spaltweiten größer als 4 mm haben.

Druckaufsättigung und Druckentspannung von Flüssigkeiten zum Einbringen in eine Flotationszelle

Z u s a m m e n f a s s u n g

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Druckaufsättigung einer Flüssigkeit mit einem Gas enthaltend

- einen mit Gas gefüllten Druckaufsättigungsbehälter (1),
- eine oder mehrere Düsen (8) zur Eindüsung von Flüssigkeit in den Druckaufsättigungsbehälter (1) am Kopf des Druckaufsättigungsbehälters (1)
- oben offene und unten verschlossene Rohre (Dissolverrohre) (4), die unterhalb des oder der Düsen (8) im Druckaufsättigungsbehälter (1) angeordnet sind, wobei jedem Dissolverrohr (4) eine oder mehrere Düsen (8) zugeordnet sind,
- Flüssigkeitsaustritt (16) unterhalb der Dissolverrohre (4) am Boden des Druckaufsättigungsbehälters (1).

Die Erfindung betrifft weiterhin eine Vorrichtung zur Druckaufsättigung einer Flüssigkeit in Kombination mit einer Vorrichtung zur Druckentspannung zum Einbringen der entspannten Flüssigkeit in eine Flotationszelle.

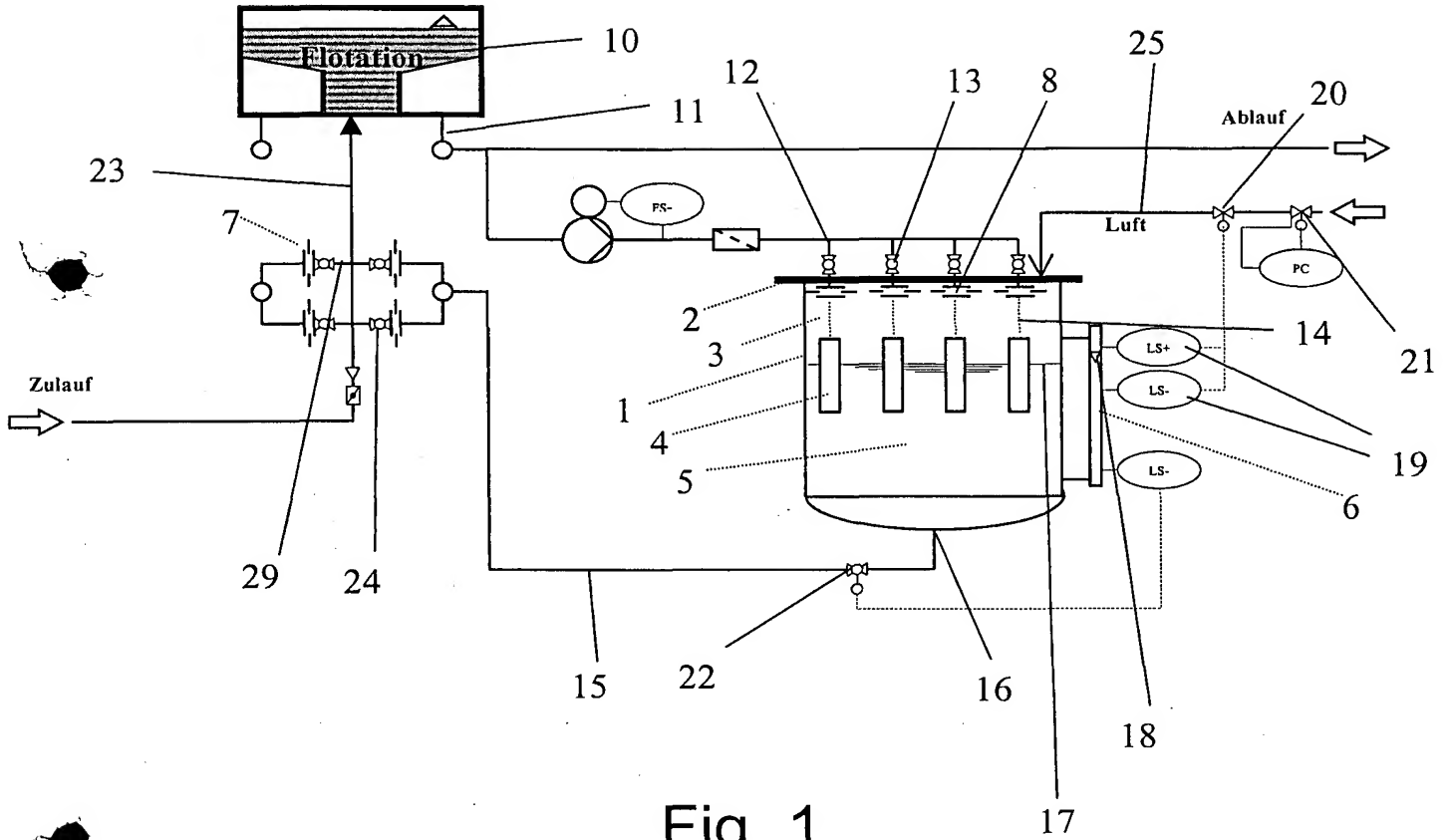


Fig. 1

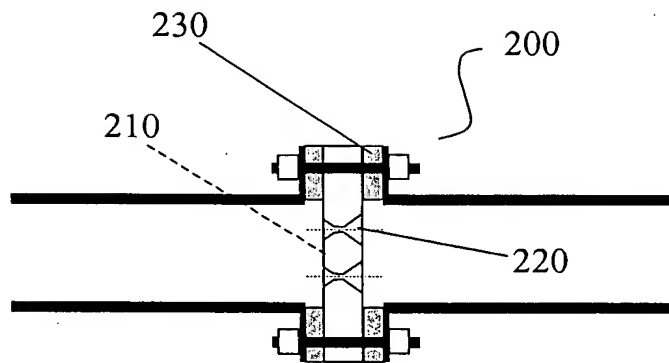


Fig. 2a

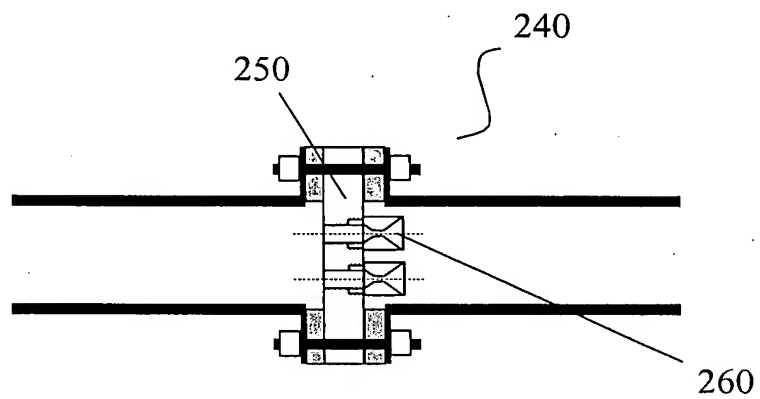


Fig. 2b

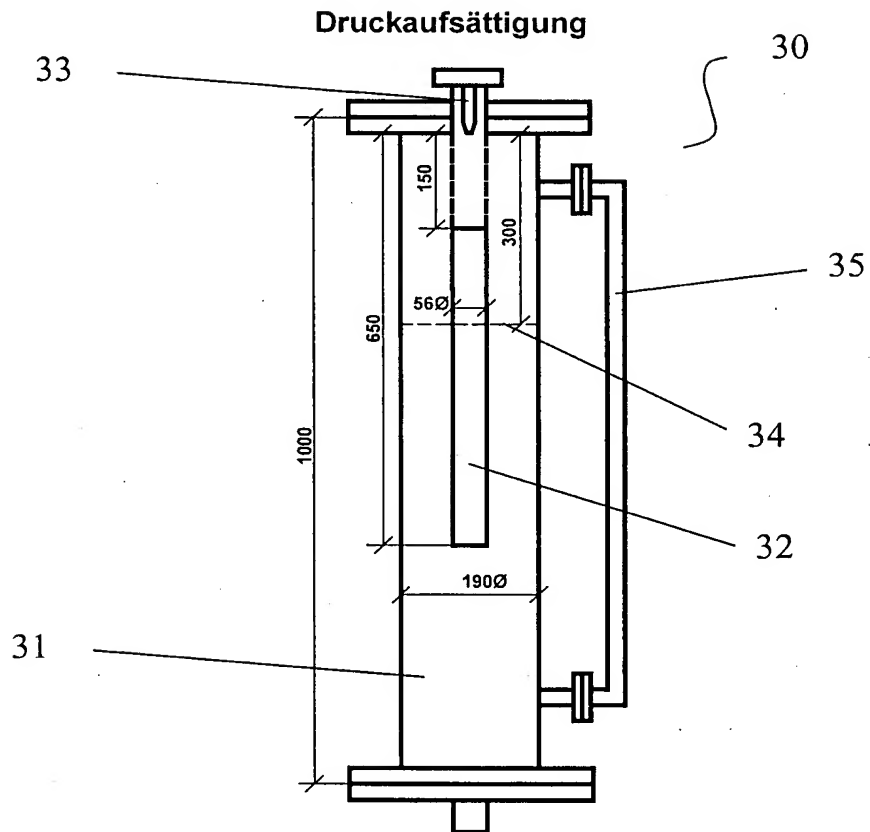


Fig. 3

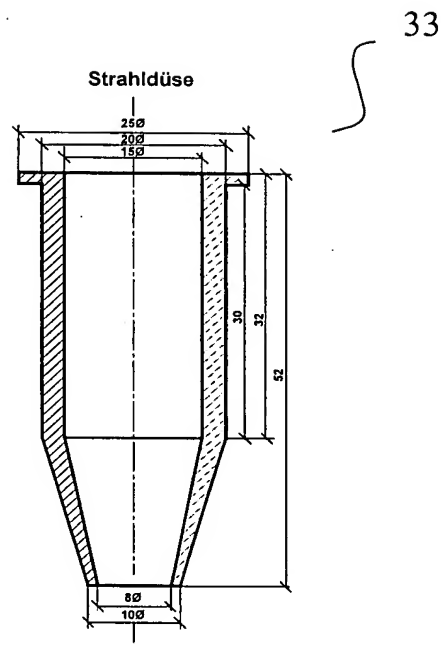


Fig. 4

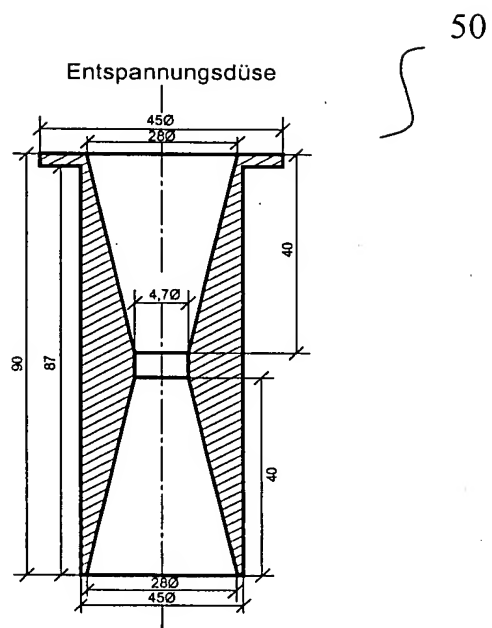


Fig. 5

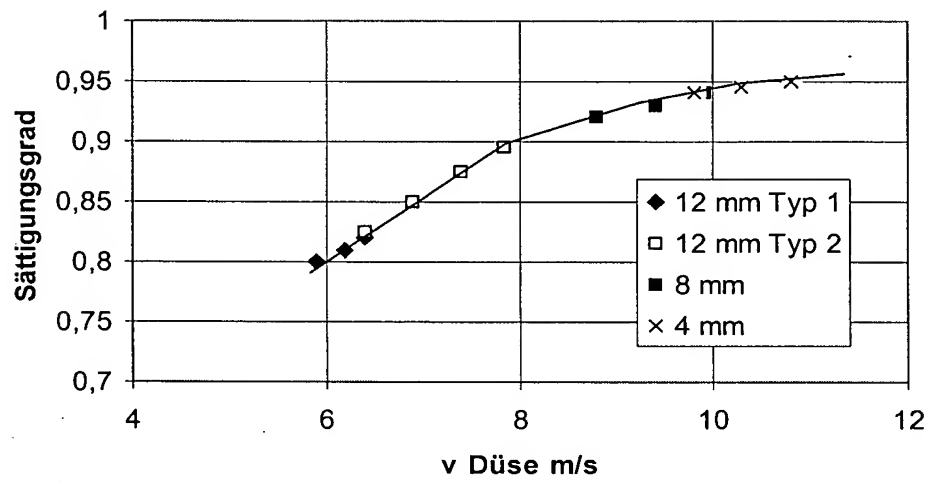


Fig. 6